

пределах соосно подаваемой газовой струи. При создании нового способа резки мы исходили из следующих соображений. Разрезаемая заготовка должна выполнять технологическое перемещение относительно лазерного излучения с достаточно малой скоростью, обеспечивающей полное прорезание всей толщины металла. Вместе с тем, как установлено выше, необходимо постоянно поддерживать в зоне резки скорость относительного движения лазерного луча и разрезаемой заготовки в оптимальном диапазоне, что обеспечит требуемое высокое качество резки. Требуемое значение относительного движения луча и заготовки можно обеспечить за счет дополнительного сканирующего движения лазерного луча вдоль линии разрушения. При этом амплитуда сканирующего движения должна быть большей диаметра сфокусированного в зоне резки лазерного излучения и рассчитываться из условия соотношения скоростей технологического перемещения разрезаемой заготовки и сканирующего движения лазерного луча. При возвратно-поступательном сканировании луча будет осуществляться способ пилообразного удаления материала по линии реза, когда при медленном технологическом движении заготовки лазерный луч периодически и с более высокой скоростью перемещается вперед-назад, одновременно углубляясь внутрь заготовки и возвращаясь на ее поверхность. Для встречной фазы сканирующего и технологического движения характерно то, что разрушение выполняется снизу вверх. Происходит подрезание верхних слоев материала с удалением продуктов разрушения газовой струей вниз. Поверхность разрушения не может иметь бороздчатую структуру, так как формируется не в результате распространения теплового поля, а за счет течения продуктов разрушения в канале реза. Как результат, рез будет иметь литой характер с незначительной шероховатостью. Очевидно, что при реализации схемы пилообразного разрушения имеет место суммирующий эффект двух рассмотренных выше фаз обработки. При этом вблизи верхней и нижней кромки разрезаемого материала будет наблюдаться дополнительный перегрев материала заготовки в результате двойного движения сканируемого луча (вперед-назад), что может привести к возникновению неуправляемого режима резки на этих участках. Поэтому для данной схемы резки скорость относительного движения лазерного луча и заготовки должна быть максимально возможной. При выборе же скорости сканирования лазерного луча необходимо учитывать, что в фазе попутного движения луча и заготовки технологическое движение заготовки частично компенсирует сканирующее движение лазерного луча, тогда как в фазе встречного движения наблюдается сложение этих скоростей. На основании выполненного теоретического анализа возможных схем ГЛР листовых материалов больших толщин разработано устройство ГЛР с реализацией режима пилообразного сканирования лазерного излучения вдоль линии резки. Суть работы предложенного устройства заключается в том, что происходит периодическое возвратно-поступательное колебание сфокусированного лазерного излучения вдоль направления резки с синхронным углублением точки фокуса лазерного луча с поверхности внутрь заготовки и обратно.

УДК 621.375.826:621

Хижевский В.В., студ.; Козирев О.С., ст. викл.; Романенко В.В., доц.

ГАЗОЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА ЗАГОТОВОК ПОВЫШЕННОЙ ТОЛЩИНЫ

Газолазерная резка (ГЛР) металлических материалов представляет собой сложный технологический процесс. ГЛР же металлических материалов больших толщин сопровождается рядом дополнительных осложнений. При разработке

теоретических предпосылок для реализации нового способа резки металлов больших толщин будем исходить из следующих соображений. В первую очередь необходимо обеспечить, чтобы разрезаемая заготовка выполняла технологическое перемещение относительно лазерного излучения с достаточно малой скоростью, обеспечивающей полное прорезание всей толщины металла. Для металлических листов больших толщин (в нашем случае до 15 мм) такие скорости лежат в диапазоне менее, чем 0,5 м/мин. При этом одновременно необходимо постоянно поддерживать в зоне резки скорость относительного движения лазерного луча и разрезаемой заготовки в оптимальном диапазоне (до 2,5 м/мин), чтобы обеспечить требуемое высокое качество резки.

Реализацию такого двойного перемещения лазерного луча относительно разрезаемой заготовки можно обеспечить за счет дополнительного сканирующего движения лазерного луча вдоль линии разрушения в процессе резки на требуемых малых скоростях. В зависимости от способа сканирования лазерного излучения возможна реализация схем послойно-попутного и послойно-встречного разрушения. В первом случае сканирующее движение луча производится в направлении, попутном направлению технологического движения заготовки. Во втором случае имеет место встречное движение луча и заготовки с разрушением, направленным из глубины на поверхность заготовки, при скачкообразном переведении луча вновь внутрь материала. При возвратно-поступательном сканировании луча будет осуществляться способ пилообразного удаления материала по линии реза, когда при медленном технологическом движении заготовки лазерный луч периодически и с более высокой скоростью перемещается вперед-назад, одновременно углубляясь внутрь заготовки и возвращаясь на ее поверхность. При технологической реализации разработанных схем ГЛР следует учесть, что предложенные способы обработки могут быть успешно реализованы при разрезании на прямолинейных участках, а также при резке заготовок с круговым профилем и с плавными изгибами контура. При обработке острых углов необходимо подбирать такую траекторию технологического движения лазерного излучения относительно разрезаемой заготовки, чтобы острые углы образовывались как результат плавных переходов (например, в виде дополнительной плавной петли вне контура резки). При этом необходимо постоянно соблюдать (с помощью дополнительного устройства, входящего в состав системы ЧПУ), чтобы направление сканирования лазерного излучения совпадало с направлением движения заготовки в каждой точке контура резки. Необходимое устройство может быть реализовано, например, с помощью колеблющегося поворотного зеркала. Другим вариантом решения такого устройства (с реализацией режима пилообразного сканирования лазерного излучения вдоль линии резки с синхронным углублением точки фокуса лазерного луча с поверхности внутрь заготовки и обратно) является фокусирующая линза с клиновидным основанием. Линза снабжена при этом механизмом ее колебания вдоль своей оси (например, с помощью вращающегося кулачка с плоским пазом). Толстая же часть линзы должна быть постоянно строго ориентирована по направлению резки с помощью устройства ее вращения от ЧПУ. В совокупности все это обеспечивает пилообразное сканирование излучения вдоль линии резки в каждой точке разрезаемого контура детали, что, в свою очередь, обеспечивает стабильное и качественное протекание процесса при ГЛР толстолистовых металлических материалов.

Выводы:

1. На основе анализа технологических условий обеспечения качественной газолазерной резки металлических материалов больших толщин разработаны новые схемы ГЛР с реализацией двойного перемещения лазерного луча относительно разрезаемой заготовки за счет суммирования технологического перемещения заготовки и дополнительного сканирующего движения лазерного луча вдоль линии разрушения в процессе резки.

2. В зависимости от способа сканирования лазерного излучения в зоне резки реализованы схемы послойно-попутного, послойно-встречного и пилообразного разрушения при ГЛР толстолистовых материалов. Сформулированы достоинства и недостатки каждой из схем реализации технологического процесса.

3. На основании математического описания механизма разрушения и формообразования резов в каждом случае сформулированы условия оптимального протекания процесса и рассчитаны основные технологические режимы при реализации каждой из схем процесса для обеспечения качественной резки. Обоснован диапазон необходимых скоростей сканирования лазерного луча в зоне резки для каждой из предложенных схем ГЛР толстолистовых материалов.

4. Проанализированы технологические особенности реализации разработанных схем ГЛР не только на прямолинейных участках резки, но и на участках со сложным контуром с целью выдерживания оптимальных условий протекания процесса резки по всей толщине разрезаемой заготовки в каждой точке разрезаемого контура для получения резов с заданным качеством при ГЛР металлических материалов больших толщин.

УДК 621.9.067

Савіна Л. П., студентка гр. МЛ-02; Дубнюк В. Л., ст. викл.

ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВОЛОКОННИХ ЛАЗЕРІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

У сучасних технологічних лазерних комплексах все частіше використовують твердотільні лазери із активним середовищем, що має відносно велику довжину та незначні розміри поперечного перерізу, так звані, волоконні лазери. В якості активного середовища застосовуються наприклад кварцове волокно, леговане рідкоземельними елементами з групи лантановідів (неодим *Nd*, ітербій *Yb*, ербій *Er*, гольмій *Ho*, тулій *Tm*, празеодим *Pr*) або вісмутом *Bi* (рис. 1). Передавання енергії збудження у волоконних лазерах відбувається оптичними діодами накачування, які випромінюють некогерентне випромінювання. Через оптичний роз'єм енергія накачування направляється в волокно активного середовища, в якому й відбувається генерація лазерного випромінювання.

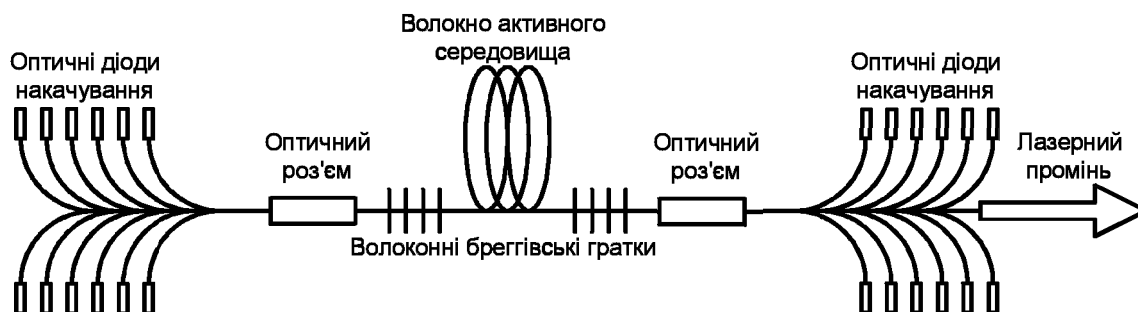


Рис. 1. Принципова схема волоконного лазера